

## Separation of foreground and background information on document

Publication number: DE4445386

Publication date: 1996-05-02

Inventor: HAENEL WALTER DIPL PHYS (DE)

Applicant: IBM (US)

Classification:


- international: **G06K9/38; G06T5/00; G06T7/00; G06K9/38; G06T5/00; G06T7/00; (IPC-7): G06K9/50; G06K9/20; G06T5/00**


- European:

Application number: DE19944445386 19941220

Priority number(s): DE19944445386 19941220

Also published as:

 WO9619778 (A1)

 US6064762 (A1)

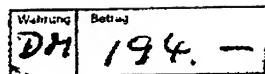
[View INPADOC patent family](#)

[View list of citing documents](#)

Report a data error here

### Abstract of **DE4445386**

The separation uses an image processing system to separate foreground information from printed background information that is part of e.g. a cheque. The foreground information can add or subtract from the background. The area of interest is divided into a series of segments. The frequency distribution of extreme intensity values in the segments is determined. The intensity distributions over the complete area is determined and examined for sharp differences. The threshold values signal intensity is determined that allows foreground to background transitions to be identified.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

10 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 44 45 386 C 1

10 Int. Cl.®:  
G 06 K 9/50  
G 06 K 9/20  
G 06 T 5/00

21 Aktenzeichen: P 44 45 386.9-53  
22 Anmeldetag: 20. 12. 94  
23 Offenlegungstag: —  
24 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 2. 5. 96

DE 44 45 386 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

25 Patentinhaber:  
International Business Machines Corp., Armonk,  
N.Y., US  
26 Vertreter:  
Rach, W., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Ass., 71083  
Herrenberg

27 Erfinder:  
Hänel, Walter, Dipl.-Phys., 71088 Holzgerlingen, DE

28 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 37 80 955 T2  
US 49 52 806  
IBM Technical Disclosure Bulletin, Vol. 30, No. 3,  
Aug. 1987, pp. 994-997;  
Proc. of Canadian Conf. on Electrical and Comp.  
Engineering, Vol. 1, Vancouver, BC, Canada 14.-17.  
Sept. 1983, pp. 535-538;  
SAHOO, P.K., SOLTANI, S., WONG, A.K.C.: »A  
Survey of Thresholding Techniques Computer  
Vision, Graphics and Image Processing 41, 1988,  
S. 233-260

29 Verfahren und Vorrichtung zur Trennung einer Vordergrundinformation von einer Hintergrundinformation in einer Vorlage

30 Vorgestellt wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Trennung einer Vordergrundinformation von einer Hintergrundinformation in einer Vorlage, wobei sich die Vordergrundinformation additiv oder subtraktiv mit der Hintergrundinformation überlagert. Erfindungsgemäß wird die Vorlage in einem ersten Schritt in eine Vielzahl von Segmenten unterteilt und in einem zweiten Schritt eine Häufigkeitsverteilung von Extremwerten der Signalintensitäten in jedem der Segmente ermittelt. Die so ermittelte Häufigkeitsverteilung weist eine wesentliche Mode (Hintergrundmode) auf, die im wesentlichen die Hintergrundinformationen enthält. In Fällen, in denen eine ausreichende Vordergrund/Hintergrundtrennung mit den ersten beiden Schritten nicht erzielt werden kann, kann durch einen dritten Schritt der Ermittlung einer Häufigkeitsverteilung von Signalintensitäten der gesamten Vorlage und einem vierten Schritt das gemeinsame Auswerten der beiden ermittelten Häufigkeitsverteilungen eine schärfere Trennung bewirkt werden.

Zur Ermittlung eines Schwellwertes einer Signalintensität der Hintergrundinformation in der Vorlage, wird in einem fünften Schritt dieser Schwellwert entweder aus der, der Vordergrundinformation zugewiesenen Flanke der Hintergrundmode, oder aus einer der Hintergrundmode gegenüberliegenden Flanke einer weiteren wesentlichen Mode, vorzugsweise durch eine lineare Approximation eines Punktes auf einer der Flanken der zwei wesentlichen Moden, abgeleitet.



Wahrung	Betrag
DM	194. —

DE 44 45 386 C 1

## Beschreibung

## Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Trennung einer Vordergrundinformation von einer Hintergrundinformation in einer Vorlage, wobei sich die Vordergrundinformation additiv oder subtraktiv mit der Hintergrundinformation überlagert. Das Verfahren eignet sich insbesondere zur Ermittlung eines Schwellwertes einer Signalintensität der Hintergrundinformation in der Vorlage, zur Bereinigung der Hintergrundinformation in der Vorlage, und weiterhin zur Schwarz/Weiß-Wandlung von elektronischen Graubildern.

## Stand der Technik

Bei Anwendungen der elektronischen Dokumentenverarbeitung ist es häufig erforderlich, aus Gründen der Datenmenge und zum Zweck der einfacheren Weiterverarbeitung, elektronische Grautonsbilder in Schwarz/Weiß-Bilder umzuwandeln. Dabei sollen z. B. nur Text und Zahlen als Schwarz/Weiß-Information erhalten bleiben, nicht aber Hintergrundmuster oder Blindfarben-Vordrucke, damit eine gute Lesbarkeit erzielt werden kann oder eine elektronische Weiterverarbeitung möglich ist. Hierbei ist es erforderlich, daß zwischen dem im allgemeinen die Information enthaltenden Vordergrund und dem zumeist keine Informationen enthaltenden, jedoch beispielsweise aus Sicherheits- oder Designgründen strukturierten Hintergrund unterscheiden zu können. Ist eine Vorder-/Hintergrundunterscheidung möglich, lassen sich durch eine Hintergrundbereinigung, also einer Unterdrückung oder Auslöschung des Hintergrundes, die Vordergrundinformationen separieren. Für eine sichere Weiterverarbeitung der Vordergrundinformation ist insbesondere sicherzustellen, daß aus dem Hintergrund keine Bestandteile als ungewünschte Artefakte in die Vordergrundinformation einfließen, die dort zu Fehlinterpretationen führen können.

Schwarz/Weiß-Bilder, die den Anforderungen der elektronischen Weiterverarbeitung genügen sollen, lassen sich mit den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zur Hintergrundbereinigung vielfach dann nicht erzeugen, wenn das Dokument einen stark strukturierten Hintergrund besitzt, wie dies z. B. beim Eurocheque oder bei einem Personalausweis aus Sicherheitsgründen der Fall ist. Als stark strukturierter Hintergrund wird im allgemeinen ein Hintergrund mit großen Kontrasten bezeichnet, der vorzugsweise linienhaft oder schriftlich ist und der Strukturdimensionen in der Größenordnung der Schriftzeilenabstände aufweist.

Als Beispiel für ein Dokument mit einem stark strukturierten Hintergrund zeigt Fig. 1 das Währungs- und Betragfeld eines Eurocheques in Graustufen-Darstellung. Fig. 2 zeigt die Grauwert-Verteilung entlang einer horizontalen Linie in Fig. 1. Dabei wurde diese Linie im Bereich zwischen der handschriftlichen und der maschinellen Eintragung auf dem Währungs- und Betragfeld so gelegt, daß sie die Eintragungen nicht schneidet. Hohe Werte (in Richtung "weiß") repräsentieren einen hellen Grauwert und niedrige Werte (in Richtung "schwarz") dunkle Grauwerte. Bei einer üblichen Verwendung von 256 Graustufen ergibt sich: Graustufe 0 = Schwarz; 255 = Weiß.

Wie aus Fig. 2 zu sehen ist, reichen die Grauwerte des Hintergrundes (nicht des Rahmens) regelmäßig bis an eine bestimmte Schwranke (Schwellwert) heran, die sie jedoch im allgemeinen, bis auf wenige Ausnahmen wie z. B. durch eine Umrahmung oder durch Bildstörungen, nicht unterschreiten. Dies resultiert aus der drucktechnischen Herstellungsweise, in der die Farbmittigkeit gut kontrolliert werden kann. Dies ist im allgemeinen auch gewollt, da sonst Eintragungen auch für den Menschen schlecht oder überhaupt nicht lesbar sind. Die in Fig. 2 zu sehenden deutlichen Unterschreitungen des Schwellwertes in Richtung "schwarz" stammen von den Linien des Rahmens und der Trennlinie zwischen Währungs- und Betragfeld.

Die Grauwerte der (handschriftlichen und maschinellen) Eintragungen liegen, bedingt durch das subtraktive Farbverhalten der meisten verwendeten Schreiber, auf jeden Fall unterhalb dieser Schwelle, oft jedoch nur sehr wenig. Daher kann der Kontrast zum Hintergrund wesentlich geringer ausfallen als der Kontrast innerhalb des Hintergrundes. Subtraktives Farbverhalten im allgemeinen bedeutet, daß zusätzlich aufgetragene Farbpigmente weitere Farbanteile aus dem Lichtspektrum entfernen, d. h., daß der Grauwert insgesamt dunkler wird.

Bekannte Verfahren zur Schwarz/Weiß-Wandlung benutzen einen Hintergrund-Schwellwert, den Hell-/Dunkel-Kontrast oder Kriterien wie die Linienbreite oder die Standardabweichung benachbarter Grauwerte. Kontrastverfahren sind im oben erwähnten Einsatzgebiet von Dokumenten mit stark strukturierten Hintergrund im allgemeinen nicht geeignet, da die Kontraständerung im Hintergrund stärker sein kann als zwischen dem Hintergrund und den Eintragungen. Genauso ist häufig die Auswertung der Linienbreiten ungeeignet, da die Hintergrundstruktur oft linear ist, wie am Beispiel des Eurocheques in Fig. 1 zu sehen ist.

Aus den drucktechnischen Eigenschaften ergibt sich, daß die Anwendung eines Schwellwert-Verfahrens optimale Resultate ergeben sollte. Als Schwellwertverfahren werden solche Verfahren bezeichnet, bei denen die Grauwerte in Klassen eingeteilt werden, die von den jeweiligen Schwellwerten begrenzt werden. Die Schwierigkeiten liegen hier jedoch bei der richtigen und optimalen Ermittlung des Schwellwerts. Der Schwellwert wird häufig aus dem Histogramm der Grauwerte nach bestimmten Algorithmen errechnet, die zu einem möglichst guten Schwarz/Weiß-Bild führen sollen. In der Literatur werden diese Schwellwertverfahren auch als "Thresholding" Verfahren bezeichnet.

Eine Übersicht über die bekannten Verfahren ist in P.K.Sahoo, S.Soltani und A.K.C.Wong "A Survey of Thresholding Techniques", Computer Vision, Graphics and Image Processing 41, 233-260, 1988 zu finden. Es wird dort zwischen Histogramm Transformations Methoden, die zur Ermittlung des Schwellwertes die Form des Histogramms verändern und Algorithmen zur Schwellwertberechnung unterschieden. Die wichtigsten von Sahoo et al. dargestellten Verfahren sollen nachstehend kurz in Bezug auf ihre Anwendung für Dokumente mit

stark strukturiertem Hintergrund diskutiert werden.

### Histogramm Transformations Methoden

Die von Sahoo et al. erwähnten Methoden zur Verbesserung des Histogramms mittels Kantenoperatoren lassen sich für stark strukturierte Hintergründe nicht anwenden, da das Verfahren die Kanten des Hintergrundes nicht von denen der Eintragungen unterscheidet. Ebenfalls ist die Verwendung der Standardabweichung benachbarter Grauwerte zur Veränderung des Histogramms geeignet, da auch hier nicht nur die Einträge, sondern vor allem der Hintergrund zu einem erhöhten Wert der Standardabweichung führen.

### Algorithmen zur Berechnung des Schwellwertes

Die bekannten "Mode und Concavity" Methoden sind bei Dokumenten mit stark strukturiertem Hintergrund ebenfalls nicht mit Erfolg einsetzbar, da der stark strukturierte Hintergrund oft eine Menge von Moden oder Konkavitäten im Histogramm der Grauwerte erzeugt, so daß eine eindeutige Zuordnung zu Hintergrund und Vordergrund nicht möglich ist.

Auch die "Methode von Otsu" ist nicht einsetzbar, da dieser Algorithmus die Bildpunkte durch Maximierung der Interklassenvarianz in Klassen einteilt und von vornherein nicht bekannt ist, wieviele Klassen es geben wird und welche davon die gesuchte Information enthält.

Die bekannten Entropy Methoden versuchen den Schwellwert so zu errechnen, daß der Informationsgehalt des Schwarz/Weiß-Bildes maximal wird. Da dabei aber nicht zwischen Informationsgehalt der Eintragungen und des Hintergrundes unterschieden wird, kommen auch diese Methoden bei Dokumenten mit einem stark strukturierten Hintergrund nicht in Frage.

Ergänzende Literatur zu den von Sahoo et al. diskutierten Verfahren und weitere bekannte Verfahren finden sich u. a. in den nachstehenden Schriften:

In J.M. White, G.D. Rohrer, "Image Thresholding for Optical Character Recognition and other Applications Requiring Character Image Extraction", IBM J.Res.Development Vol. 27 No. 4 July 83 werden zwei Verfahren zur Schwarz/Weiß Wandlung beschrieben:

- 1) Verfahren mit einem dynamischer Threshold, das jedoch zu Ergebnissen wie in Fig. 6 gezeigt führt, und
- 2) ein Verfahren, welches die Linienbreite auswertet, das für Dokumente mit starker Hintergrundstruktur jedoch ungeeignet ist.

"Greyscale Assist for Machine Recognition of Courtesy Amount on Cheques", IBM Technical Disclosure Bulletin Vol. 34 No. 5 Okt. 91, pp. 374—377, Beschreiben ein Verfahren, das zwei Bilder mit unterschiedlicher Auflösung verwendet um den Schwellwert auszuwählen.

In N.Otsu, "A Threshold Selection Method from Grey Level Histograms", IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Vol. SMC-9 Jan. 1979 pp. 62—66, wird die Methode von Otsu vorgestellt.

T.Kurita, N.Otsu und N.Abdelmalek in "Maximum Likelihood Thresholding Based on Population Mixture Models", Pattern Recognition, Vol.25 No. 10, 1231—1240, 1992 diskutieren die Methode von Otsu und verwandte Methoden.

MA.Sid-Ahmed in "A Hardware Structure for the automatic selection of Multi-Level Thresholds in Digital Images", Pattern Recognition, Vol. 25 No. 12, 1517—1528, 1992, diskutiert eine Weiterentwicklung der Otsu Methode.

In C.K.Lee, C.H.Li, "Adaptive Thresholding via Gaussian Pyramid", China 1991, International Conference on Circuits and Systems June 1991, Shenzhen China, wird eine Weiterentwicklung der Entropie Methode diskutiert.

Aus der DE 37 80 955 T2 ist ein Verfahren zum Segmentieren eines digitalen Bildes in ununterscheidbare Strukturen durch automatische Ermittlung von Spitzen im Graustufenhistogramm dieses digitalen Bildes, wobei aus dem Graustufenhistogramm eine Summenverteilungsfunktion gebildet wird, bekannt. Die Summenverteilungsfunktion wird mittels eines verschiebbaren Fensters durchschnittlicher Größe geglättet und so eine geglättete Summenverteilungsfunktion erhalten. Diese wird von der ursprünglichen Summenverteilungsfunktion subtrahiert und es wird so eine Spitzenermittlungsfunktion erhalten. Von positiv zu negativ verlaufende Null-Durchgänge der Spitzenermittlungsfunktion werden als Beginn eines Spitzenbereichs und ein dem Null-Übergang folgendes Maximum als Spitze identifiziert. Die ermittelten Spitzen werden aufgrund der Graustufenentrennung zwischen einer ermittelten Spitze und der nächsten in Spitzenhäufungsgruppen eingeordnet und eine Graustufenschwelle für das Segmentieren des digitalen Bildes bei einer zwischen den Spitzenhäufungsgruppen liegenden Graustufen festgelegt.

Aus US 4 952 805 ist ein Verfahren zur Abschätzung der Gegenwart begrenzter Strahlungsfelder in Speichermedien bekannt. Hierfür wird ein Histogramm von Bildsignalen aus diesem Speichermedium gebildet und das Histogramm in eine Vielzahl von kleinen Regionen mittels einem automatischen Schwellwertbestimmungsprozedur unterteilt. Das begrenzte Strahlungsfeld wird aus einer Analyse der kleinen Regionen ermittelt.

Aus dem IBM Technical Disclosure Bulletin Vol. 30, Nr. 3, August 1987, pp. 994—997, ist ein Verfahren zur Reduzierung des Signal-Rausch-Verhältnisses bekannt. Entsprechende Bilder mit und ohne einem Eintrag werden in einem ersten Schritt segmentiert. Von jedem Segment wird ein Grauerhistogramm gebildet und die Histogramme einander entsprechender Segmente des Bildes mit einem Eintrag und des Bildes ohne einen Eintrag miteinander verglichen. Weichen diese Histogramme voneinander ab, so muß ein Eintrag in diesem Segment vorliegen. Zur Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses werden dann nur diejenigen Segmente,

In denen ein Eintrag festgestellt wurde, ausgewählt und der weiteren Verarbeitung zugrunde gelegt.

Aus den Procedures of Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, Vol. 1, Vancouver, BC, Canada 14—17 September 1993, pp. 535—538 ist ein Algorithmus zur automatischen Schwellwertbestimmung für Bildsegmentierung bekannt. Zur automatischen Schwellwertbestimmung wird das Bild in eine Vielzahl von Einzelbildern unterteilt. Von jedem Einzelbild wird der minimale Grauwert bestimmt und ein kumuliertes Histogramm aus diesen Werten gebildet. Der Schwellwert wird dann automatisch als der Grauwert ausgewählt, für den ein gegebenes Prozentsatz der Teilbilder geringere Minimalwerte hat.

Keine der oben aufgeführten, bekannten Methoden ist in der Lage, das Problem eines stark strukturierten Hintergrunds zufriedenstellend zu lösen und kann befriedigende Bilder liefern, die den Anforderungen der elektronischen Weiterverarbeitung genügen.

#### Zusammenfassung der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Trennung einer Vordergrundinformationen von den Hintergrundinformationen zu schaffen, das die Ermittlung eines Schwellwertes des maximalen (dunkelsten) Hintergrundgrauwertes in einem Grauwertbild ermöglicht.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung, so wie in den unabhängigen Ansprüchen 1 und 22 beschrieben, gelöst.

Erfindungsgemäß wird eine Vorlage in einem ersten Schritt in eine Vielzahl von Segmenten unterteilt und in einem zweiten Schritt eine Häufigkeitsverteilung eines Extremwertes der Signalintensitäten in jedem der Segmente ermittelt. Die so ermittelte Häufigkeitsverteilung weist eine wesentliche Mode (Hintergrundmode) auf, die im wesentlichen die Hintergrundinformationen enthält. In Fällen, in denen eine ausreichende Vordergrund/Hintergrundtrennung mit den ersten beiden Schritten nicht erzielt werden kann, kann durch einen dritten Schritt der Ermittlung einer Häufigkeitsverteilung von Signalintensitäten der gesamten Vorlage und einem vierten Schritt des gemeinsamen Auswertens der beiden ermittelten Häufigkeitsverteilungen eine schärfere Trennung bewirkt werden.

Zur Ermittlung eines Schwellwertes einer Signalintensität der Hintergrundinformation in der Vorlage, wird in einem fünften Schritt dieser Schwellwert entweder aus der, der Vordergrundinformation zugelegten Flanke der Hintergrundmode, oder aus einer der Hintergrundmode gegenüberliegenden Flanke einer weiteren wesentlichen Mode, vorzugsweise durch eine lineare Approximation eines Punktes auf einer der Flanken der zwei wesentlichen Moden, abgeleitet.

Zur Bereinigung der Hintergrundinformation in der Vorlage können in einem zusätzlichen sechsten Schritt die Informationen der Vorlage in Informationen mit Signalintensitäten oberhalb und unterhalb des Schwellwertes aufgeteilt werden und durch einen siebten Schritt der den Hintergrund repräsentierende Bereich gelöscht werden.

Bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Schwarz/Weiß-Wandlung einer Bildvorlage nutzt die Eigenschaften der drucktechnisch hergestellten Dokumente und liefert Schwarz/Weiß-Bilder, die den Anforderungen für eine elektronische Weiterverarbeitung genügen.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich zur Hintergrundbereinigung von Dokumenten/Bildern mit einem beliebigen Hintergrund anwenden, jedoch muß sich der die Vordergrundinformation erzeugende Schreiber oder Drucker subtraktiv zum Hintergrund verhalten. Das bedeutet, daß der durch Überlagerung der Vordergrundinformation mit dem Hintergrund resultierende Grauwert dunkler sein muß als der ursprüngliche Grauwert der Hintergrundvorlage.

Als besonders vorteilhaft gegenüber den bekannten Verfahren erweist sich das erfindungsgemäße Verfahren bei der Hintergrundbereinigung von Dokumenten mit einer starken Hintergrundstruktur, das heißt mit großen Kontrasten im Hintergrund, insbesondere wenn dieser linienhaft oder schriftähnlich ausgeprägt ist. Es lassen sich auch dann gute Ergebnisse erzielen, wenn die Strukturdimensionen der Hintergrundstruktur sich in der Größenordnung der Schriftdimensionen der Vordergrundinformation bewegt.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere zur "online" Ermittlung der Schwellwerte in Graubildern, das heißt ein Ermitteln der Schwellwerte in dem unmittelbaren Zustand in dem sich das Dokument befindet. Im allgemeinen hängen sich die Grauwerte einer Vorlage z. B. bedingt durch die Beleuchtungsintensität oder einer etwaigen Ausbleichung der Vorlage. Ebenso variieren die Farbsättigung und Papierbeschaffenheit von Vorlage zu Vorlage. Auch wirken sich Unterschiede der Scanner untereinander, z. B. durch die Scannerempfindlichkeit im allgemeinen oder durch spektral bedingte Empfindlichkeiten, direkt auf die Meßwerte der Grauwerte der Vorlage aus.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen gewonnenen Schwellwertes des Hintergrundes läßt sich dann anschließend eine Hintergrundbereinigung, z. B. durch Eliminieren aller Grauwerte heller als der ermittelte Schwellwert, und eine weitere Bearbeitung der Vorlage, z. B. durch Schrifterkennung, durchführen.

Durch den Einsatz mehrerer geeigneter Schwellwerte läßt sich die Anzahl der Graustufen ohne großen Informationsverlust reduzieren, wobei die Wahl der Schwellwerte die Größe eines eventuellen Informationsverlustes beeinflussen.

Die Lehre der Erfindung ist jedoch nicht begrenzt auf Anwendungen der optischen Bildverarbeitung, sondern läßt sich analog zur Trennung einer Vordergrundinformation von einem beliebigen Hintergrund auf alle Bereiche übertragen, in denen dem Hintergrund das Vordergrundsignal additiv oder subtraktiv überlagert wird.

Weitere, vorteilhafte Ausführungen der Erfindung finden sich in den Unteransprüchen.

## Beschreibung der Zeichnungen

Zur näheren Erläuterung der Erfindung sind im folgenden Ausführungsbeispiele mit Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 das Währungs- und Betragesfeld eines Eurocheques in Graustufen-Darstellung, 5
- Fig. 2 eine Grauwert-Verteilung entlang einer horizontalen Linie in Fig. 1,
- Fig. 3 ein Standard-Histogramm  $Hstd(i)$  der Häufigkeitsverteilung der Grauwerte des in Fig. 1 gezeigten Bildes,
- Fig. 4A ein Segmente-Histogramm  $Hseg(i)$  der Häufigkeitsverteilung der Grauwerte für das in Fig. 1 gezeigte Bild, 10
- Fig. 4B die für Fig. 4A gewählte Segmentgröße und Segment-Rasterung eines Teilbildes aus Fig. 1,
- Fig. 5A ein Differenz-Histogramm  $Hdif(i)$ , gebildet aus dem normierten Segmente-Histogramm  $Hseg(i)$  aus Fig. 4A und dem normierten Standard-Histogramm  $Hstd(i)$  aus Fig. 3,
- Fig. 5B ein Differenz-Histogramm  $Hdif(i)$ , wie es sich allgemein als multimodales, aber mit nur zwei wesentlichen Moden versehenen, Histogramm ergibt, 15
- Fig. 6 die Ermittlung eines Schwellwertes  $SW_{1N}$  der Hintergrundgrauwerte in erster Näherung,
- Fig. 7 eine genauere Methode zur Bestimmung des Schwellwertes,
- Fig. 8 ein ungeglättetes Histogramm, wie es sich häufig wegen der begrenzten Bildauflösung ergibt,
- Fig. 9/10 Ergebnisse einer Hintergrundbereinigung des Bildes aus Fig. 1, hergestellt mit bekannten Verfahren nach dem Stand der Technik, und 20
- Fig. 11 ein Ergebnis einer Hintergrundbereinigung des Bildes aus Fig. 1 mit dem erfindungsgemäßen Verfahren.

## Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Ermittlung eines Schwellwertes des maximalen (dunkelsten) Hintergrundgrauwertes, im folgenden als Schwellwert bezeichnet, in einem Grauwertbild für eine anschließende Hintergrundbereinigung des Bildes soll im folgenden an Hand des in Fig. 1 gezeigten Beispiels eines Eurocheques erläutert werden. 25

Fig. 3 zeigt das Standard-Histogramm  $Hstd(i)$  der Häufigkeitsverteilung der Grauwerte des in Fig. 1 gezeigten Bildes des Währungs- und Betragesfeldes eines Eurocheques. Die auf der Ordinate aufgetragenen Häufigkeiten  $Hstd(i)$  sind die Anzahl der gemessenen Bildpunkte mit einem Grauwert  $i$ , wobei die Grauwerte  $i$  auf der Abszisse aufgetragen sind und von "schwarz" mit Grauwert  $i=0$  bis "weiß" mit maximalen Grauwert  $i_{max}$  reichen. 30

Bereich 10 in Fig. 3 enthält im wesentlichen die Informationen des Hintergrundmusters, während die Spitze 20 weitgehend durch die Fekturndrungen in Fig. 1 gebildet wird. Der Bereich 30 zwischen dem Bereich 10 und der Spitze 20 enthält die Schriftinformationen der Vordergrundeintragen. Wo jedoch diese Informationen genau lokalisiert sind, läßt sich aus diesem Standard-Histogramm  $Hstd(i)$  nicht ausschauen. Auch überlappen sich die einzelnen Bereiche, so daß eine Trennung der Informationen hier nicht möglich ist. 35

Wie bereits oben geschildert, wird bei Druckvorlagen, wie einem Eurocheque, wegen der drucktechnischen Herstellung, bei der die Farbbettigung (d. h. der Farbton) im allgemeinen sehr gut kontrolliert werden kann und auch wegen der Lesbarkeit kontrolliert werden muß, ein bestimmter Grauwert des Hintergrundes — der Schwellwert — nicht unterschritten. Ausgehend davon, daß die Grauwerte des Hintergrundes diesen Schwellwert im allgemeinen nicht unterschreiten — also nicht dunkler als ein bestimmter Grauwert sind — soll das Standard-Histogramm dahingehend verändert werden bzw. durch ein anderes Histogramm ersetzt werden, daß eine Trennung der Vordergrund von der Hintergrundinformation erreichbar wird und die minimalen Grauwerte des Hintergrundes stark hervorgehoben werden. 40

In einem ersten Schritt wird die zu bearbeitende Bildvorlage in einzelne Segmente aufgeteilt. Dabei können die Segmente eine im wesentlichen gleiche Fläche aufweisen, was jedoch nur Vereinfachungen in der anschließenden Bearbeitung der Daten mit sich bringt, allerdings für das Verfahren an sich nicht erforderlich ist. Bei der Aufteilung ist darauf zu achten, daß der zu erwartende Schwellwert zumindest je einmal in einer Anzahl von Segmenten enthalten ist. Auch sollte es "eintragslose" Segmente geben, das heißt Segmente mit ausschließlicher Hintergrundinformation, also ohne Vordergrundinformation durch einen Eintrag. Vorzugsweise läßt sich, bei einem im wesentlichen gleichmäßig strukturierten Hintergrundmuster, die Segmentgröße durch eine einfache Abschätzung aus der Mustergröße des Hintergrundes ermitteln. 45

Wird die Segmentgröße zu groß gewählt, lassen sich eventuell zu wenig Informationen für die, im Anschluß zu schildernde, Schwellwertermittlung gewinnen. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich durch die zu große Segmentfläche keine "eintragslosen" Segmente ergeben. Wird die Segmentgröße allerdings zu klein gewählt, kann diese unter Umständen gegenüber dem unsegmentierten Ausgangsbild zu wenig aussagekräftige Informationen liefern. 50

Für jedes Segment wird nun der dunkelste Grauwert (Minimum) ermittelt und in ein neues Segmente-Histogramm  $Hseg(i)$ , das auch als Minima-Histogramm bezeichnet wird, eingetragen. Entsprechend dem Standard-Histogramm  $Hstd(i)$  werden in dem Segmente-Histogramm die Häufigkeiten  $Hseg(i)$  der ermittelten Segmente mit einem Grauwert  $i$  für jeweils alle bestimmten Grauwerte der Abszisse auf der Ordinate aufgetragen. Analog sollen auch hier die Grauwerte  $i$  von "schwarz" mit Grauwert  $i=0$  bis "weiß" mit maximalen Grauwert  $i_{max}$  reichen. Fig. 4A zeigt ein solches Segmente-Histogramm  $Hseg(i)$  der Häufigkeitsverteilung der Grauwerte der gewählten Segmente für das in Fig. 1 gezeigte Bild des Währungs- und Betragesfeldes eines Eurocheques. Die hierfür gewählte Segmentgröße eines Segmentes zeigt Fig. 4B mit einer Segment-Rasterung eines Teilbildes aus 55

Fig. 1. Es ist zu verstehen, daß die in Fig. 4B gezeigte Segmentgröße nur beispielhaft ist, sich jedoch für eine weitere Verarbeitung als vorteilhaft erwiesen hat.

Der Bereich (Segment) in dem der Minimalwert ermittelt wird, sollte so groß gewählt sein, daß der zu erwartende Schwellwert darin zu finden ist. Treten die Minima, wie im Fall des Eurocheques (Fig. 1) regelmäßig auf, wird diese Bedingung schon durch sehr kleine Flächen erfüllt. Es wurde jedoch festgestellt, daß selbst bei starker Variation der Segmentflächen oder auch Überlappung der Segmente, sich das Segmente-Histogramm  $Hseg(i)$  kaum verändert. Für die Segmente lassen sich allgemein begrenzte Flächenstücke, die sich auch teilweise überlagern können, verwenden. Als Beispiele hierfür seien neben rechteckigen Bereichen unterschiedlicher Größe auch linienhafte Bereiche genannt. Bei Graubildern mit nur wenigen Graustufen (z. B. 16) oder stark verrauschten Bildern empfiehlt sich die Anwendung eines Tiefpaßfilters vor einer Verarbeitung.

Das gewonnene Segmente-Histogramm  $Hseg(i)$  (Fig. 4A) und das entsprechende Standard-Histogramm  $Hstd(i)$  (Fig. 3) werden vor einer weiteren Bearbeitung normiert. Hierfür ist jedes bekannte Normierungsverfahren anwendbar. Vorzugweise werden beide Histogramme jedoch über die Anzahl der Meßpunkte (Bildpixel) in einem Segment normiert. Die normierte Häufigkeit  $Hnorm(i)$  ergibt sich dann aus dem Produkt der Summe aller Meßwerte mit dem Grauwert  $i$  (Häufigkeiten  $H(i)$ ) mit der Anzahl an Meßpunkten pro Segment:

$$Hnorm(i) = (\text{Meßpunkte pro Segment}) \cdot H(i).$$

Für das Standard-Histogramm  $Hstd(i)$  ist die Anzahl der Meßpunkte (Bildpixel) in einem Segment gleich eins, da das Standard-Histogramm unsegmentiert ist. Bei beiden Histogrammen ergibt die Summe aller Häufigkeiten durch diese Normierung den selben Wert. Der Vorteil dieser Normierung ist vor allem darin zu sehen, daß bei entsprechender Aufarbeitung der Werte (die Summe der Meßpunkte pro Segment ist meist bekannt) bei der Histogrammerstellung nur multipliziert und nicht mehr dividiert werden muß. Da die Häufigkeiten  $H(i)$  und die Anzahl der Meßpunkte pro Segment jeweils Integerzahlen sind, lassen sich die Berechnungen ebenso ausschließlich mit Integer-Zahlen ausführen.

Von dem gewonnenen normierten Segmente-Histogramm  $Hseg(i)$  entsprechend Fig. 4A, wird in einem nachfolgenden Schritt das entsprechende normierte Standard-Histogramm  $Hstd(i)$  (Fig. 3) der unsegmentierten Bildvorlage subtrahiert und in einem Differenz-Histogramm  $Hdif(i)$  aufgetragen. Fig. 5A zeigt ein solches Differenz-Histogramm  $Hdif(i)$ , gebildet aus dem normierten Segmente-Histogramm  $Hseg(i)$  aus Fig. 4A und dem normierten Standard-Histogramm  $Hstd(i)$  aus Fig. 3 der unsegmentierten Bildvorlage für das Währungs- und Betragsfeld eines Eurocheques aus Fig. 1. Zur Vereinfachung des Differenz-Histogramms können die negativ resultierenden Werte — ohne Verlust an Informationen — gleich Null gesetzt werden.

Das entstehende Differenz-Histogramm  $Hdif(i)$ , wie auch schon das Segmente-Histogramm  $Hseg(i)$ , weist eine wesentliche Mode 100 — ein Hauptmaximum — auf, die dem "weiß" näherliegt, im wesentlichen die Hintergrundinformationen enthält und deshalb Hintergrundmode 100 genannt sei. In einfachen Fällen, wenn die Eintragschwärzung in etwa der maximalen Schwärzung entspricht, ist sowohl das Differenz-Histogramm  $Hdif(i)$  als auch das Segmente-Histogramm  $Hseg(i)$  rein bimodal mit nur einer weiteren wesentlichen Mode 110, die die Vordergrundinformationen enthält und demzufolge Vordergrundmode 110 genannt wird.

Fig. 5B zeigt ein Differenz-Histogramm  $Hdif(i)$ , wie es sich allgemein als multimodales, aber mit nur zwei wesentlichen Moden versehenes Histogramm aus einem normierten Segmente-Histogramm  $Hseg(i)$  und dem dazugehörigen, normierten Standard-Histogramm  $Hstd(i)$  der unsegmentierten Bildvorlage ergibt. Der Hintergrundmode 100 stehen hier mehrere, dem "schwarz" näherliegende, Vordergrundmoden 110 und 120, die die Vordergrundinformationen enthalten, gegenüber. Die Vordergrundmoden 110 und 120 spielen sich dabei in die wesentliche Vordergrundmode 110 mit dem Hauptmaximum und die weitere Vordergrundmode 120 mit einem oder mehreren Nebenmaxima auf. Diese für das Differenz-Histogramm  $Hdif(i)$  gemachte Ausführungen gelten im wesentlichen analog auch für das Segmente-Histogramm  $Hseg(i)$ .

Das nach obigem Verfahren erhaltene Differenz-Histogramm kann nun auch mit den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren bearbeitet werden, um den Schwellwert zu ermitteln. Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Ermittlung des Schwellwertes sei nachfolgend dargestellt. Da es sich bei den Moden um Vordergrund- und Hintergrundmoden handelt und die Hintergrundmode 100, wegen der additiven Überlagerung von Vordergrund- und Hintergrundinformation, bei höheren Grauwerten, z. B. oberhalb einer drucktechnischen Graugrenze, liegt, bietet es sich an, den Schwellwert durch eine geeignete Abgrenzung der Moden zu ermitteln.

In einem ersten Schritt zur Ermittlung des Schwellwertes, ausgehend von dem ermittelten Differenz-Histogramm  $Hdif(i)$ , wird an der, in Richtung "schwarz" geneigten, "dunklen" Flanke der Hintergrundmode 100 die dort auftretende maximale Steigung ermittelt. Ein Schwellwert ( $SW_{IN}$ ) der Hintergrundgrauwerte ergibt sich nun in erster Näherung aus dem Schnittpunkt einer Geraden mit der ermittelten maximalen Geradensteigung der dunklen Flanke, ausgehend von dem Punkt maximaler Steigung  $P_{max}$  auf der dunklen Flanke, mit der Abszisse. Fig. 6 zeigt die Ermittlung des Schwellwertes  $SW_{IN}$  der Hintergrundgrauwerte in erster Näherung.

Es ist zu verstehen, daß die Ermittlung des Schwellwertes  $SW_{IN}$  nicht ausschließlich über eine Ermittlung der maximalen Steigung der dunklen Flanke der Hintergrundmode 100 durchführbar ist. Jede lineare Approximation eines geeigneten Punktes auf zumindest einer der sich jeweils gegenüberliegenden Flanken der zwei wesentlichen Moden liefert, aufgrund der durchgeführten Trennung von Vordergrund- und Hintergrundinformation, in erster Näherung einen je nach Anwendung hinreichend genauen Wert des Schwellwertes. Welcher Punkt sich als geeignet für die Approximation herzustellen, kann jedoch je nach Anwendung differieren.

Die Ermittlung des Schwellwertes  $SW_{IN}$  in erster Näherung, wie oben geschildert, liefert insbesondere dann ausreichend genaue Werte des Hintergrundschwellwertes, wenn die Flächen der beiden wesentlichen Moden in etwa gleich groß sind. Differieren die Flächeninhalte der wesentlichen Moden jedoch so, daß die Fläche der Hintergrundmode 100 deutlich größer als die Fläche der Vordergrundmoden 110 und 120 ist, so wird die der

Hintergrundmode 100 nächstliegende Vordergrundmode 110 oder 120 teilweise von der Hintergrundmode 100 überlagert, so daß der Schwellwert  $SW_{IN}$  zu dunkel ist, das heißt, daß durch den zu weit im "dunklen" liegenden Schwellwert eventuell Informationen verloren gehen können. Als Grenzwert für noch ausreichend genaue Werte des Schwellwerts  $SW_{IN}$  hat sich der Bereich gezeigt, in dem die Fläche der Hintergrundmode 100 in etwa kleiner als die doppelte Fläche der Vordergrundmoden 110 und 120 ist.

Eine genauere Methode zur Bestimmung des Schwellwertes ist in Fig. 7 gezeigt. Im Grundsatz wird hier, ausgehend von dem in Fig. 6 ermittelten Schwellwert  $SW_{IN}$  in erster Näherung, eine Gewichtung der dunklen Flanke der Hintergrundmode 100 entsprechend der Fläche der Hintergrundmode 100 zur Gesamtfläche unter dem Differenz-Histogramm  $Hdif(i)$  durchgeführt. Der verbesserte Schwellwert  $SW_{mod}$  berechnet sich im Differenz-Histogramm  $Hdif(i)$  aus der Differenz der Häufigkeiten am Punkt maximaler Steigung  $P_{max}$  und den Häufigkeiten am Punkt des Schwellwerts  $SW$  in erster Näherung, gewichtet mit der Fläche der Hintergrundmode 100 zur Gesamtfläche unter dem Differenz-Histogramm  $Hdif(i)$ . Die Gewichtung entsprechend der Flächen der wesentlichen Moden 100 und 110 kann weiterhin noch mit einem Korrekturfaktor  $\alpha$  und  $\beta$  belegt werden, der so eine Feinkorrektur ermöglicht. Der Schwellwert  $SW_{mod}$  berechnet sich dann entsprechend der nachstehenden Formel.

$$Hdif(SW_{mod}) = \frac{Hdif(P_{max}) - Hdif(SW_{IN})}{\alpha \sum_{i=SW_{IN}}^{SW_{LN}} Hdif(i) + \beta \sum_{i=SW_{LN}+1}^{i_{max}} Hdif(i)} \cdot \sum_{i=SW_{LN}+1}^{i_{max}} Hdif(i) + Hdif(SW_{IN})$$

Der Schwellwert  $SW_{mod}$  wird dann aus dem nach obiger Gleichung erhaltenen Häufigkeitswert  $Hdif(SW_{mod})$  entweder durch Auslesen oder entsprechende Interpolation ermittelt. Bei einer relativ großen Fläche der Hintergrundmode 100 wird der Schwellwert  $SW_{mod}$  in Richtung "weiß" verschoben. Bei einer relativ kleinen Hintergrundmodenfläche bedarf es im allgemeinen keiner weiteren Verschiebung in Richtung "schwarz", kann jedoch im Einzelfall erforderlich sein.

Die Parameter  $\alpha$  und  $\beta$  zur Feinkorrektur der Gewichtung werden im einfachsten Fall gleich eins gewählt. In Fällen, in denen eine Feinkorrektur notwendig ist, lassen sich die Werte der Parameter  $\alpha$  und  $\beta$ , z. B. entweder rückwirkend aus einem Vergleich des Ist-Ergebnisses mit dem Soll-Ergebnisse heraus, abschätzen oder durch einen Beleuchtungsprozeß ermitteln. Für einen solchen Beleuchtungsprozeß wären beispielsweise als Eingabewerte erforderlich:

$SW_{IN}$ ,  
 $P_{max}$ ,  
 $Hdif(P_{max})$ ,  
 $Hdif(SW_{IN})$ ,

$$\sum_{i=0}^{SW_{LN}} Hdif(i),$$

$$\sum_{i=SW_{LN}+1}^{i_{max}} Hdif(i),$$

mit dem Ausgabewert:

$Hdif(SW_{mod})$ .

Der so ermittelte Wert von  $Hdif(SW_{mod})$  wird dann mit einem Sollwert  $Hdif(SW_{soll})$  verglichen und aus diesem Vergleich heraus werden die Parameter  $\alpha$  und  $\beta$  zur Feinkorrektur der Gewichtung ermittelt. Der Sollwert  $Hdif(SW_{soll})$  läßt sich vorzugsweise aus einem automatischen Lesevorgang erzielen, bei dem die Lesefehlerhäufigkeit für eine Reihe von Schwellwerten bestimmt wird, und so auf einen Schwellwert mit minimaler Lesefehlerhäufigkeit geschlossen werden kann.

Das Verfahren zur Ermittlung eines Schwellwertes läßt sich demnach durch eine evtl. auch interaktive, Beleuchtung aus den ermittelten Daten heraus weiterhin noch verfeinern. So kann eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zur Schwellwertsuche das Ergebnis, z. B. einer Schrifterkennung nach einer Hintergrundbereinigung, mit dem Sollergebnis vergleichen und so über eine Qualitätsaussage eine Parameteroptimierung für die Schwellwertermittlung ermöglichen. Als veränderbare Parameter bieten sich hier neben den, die Gewichtung beeinflussende Korrekturfaktoren  $\alpha$  und  $\beta$ , insbesondere der Punkt, an dem die Interpolation des Schwellwertes erster Näherung ausgeführt wird, an. Alle diese Feinkorrekturen lassen vorzugsweise auch mit einem neuronalen Netz realisieren.



Es ist zu verstehen, daß sich die oben dargestellten Verfahren zur Ermittlung eines Schwellwertes analog auch auf die "helle", also die in Richtung "weiß" geneigte, Flanke der Vordergrundmode 110 anwenden lassen.

Weiterhin ist zu verstehen, daß sich alle oben gemachten Ausführungen zur Ermittlung eines Schwellwertes ebenso bereits mit dem Segmente-Histogramm Hseg(1) durchführen lassen. Wie aus einem Vergleich der Fig. 4a und 5a zu entnehmen ist, unterscheidet sich das Segmente-Histogramm in diesem Falle nur geringfügig von dem daraus abgeleiteten Differenz-Histogramm. Für eine Reihe von Anwendungen hat es sich jedoch gezeigt, daß eine gemeinsame Auswertung von Segmente-Histogramm und Differenz-Histogramm besonders aussagekräftige Ergebnisse liefert und so eine leichtere Auswertung zur Schwellwertermittlung ermöglicht. Unter einer gemeinsamen Auswertung von Segmente-Histogramm und Differenz-Histogramm ist jede Form der Auswertung zu verstehen, die sich der Informationen beider Histogramme bedient und daraus eine weitere Information ableitet. In dem oben geschilderten Ausführungsbeispiel wurde die gemeinsame Auswertung durch die Subtraktion der Histogramme erreicht. Andere gemeinsame Auswertungsweisen wären beispielsweise: ein Gewichten des Standard-Histogramms mit dem Segmente-Histogramm (z. B. durch eine elementenweise Multiplikation oder Division); eine parallele Gradientenauswertung und Bildung eines gewichteten Gradienten; eine Ermittlung von Separationspunkten, d. h. Punkte an denen das Histogramm Null wird, in beiden Histogrammen zur Verbesserung des Falls, wenn eine Separation zwischen Vorder- und Hintergrund eintritt; oder dergleichen.

Mit dem ermittelten Schwellwert lassen sich nun verschiedene Bearbeitungen des Bildvorlage durchführen. Vorzugsweise wird über ein sogenanntes "thresholding" eine Hintergrundbereinigung durchgeführt, indem alle Bildpunkte mit einem Grauwert größer als der ermittelte Schwellwert auf den Grauwert "weiß" gesetzt werden. Für digitale Weiterverarbeitungen können entsprechend auch alle Bildpunkte mit einem Grauwert kleiner gleich dem Schwellwert auf den Grauwert "schwarz" gesetzt werden.

Weiterhin lassen sich mit diesem Verfahren allerdings auch Grauwertreduzierungen durchführen, indem die oben beschriebenen Verfahren zur Schwellwertermittlung jeweils für jede Flanke aller (Haupt-) Moden durchgeführt wird. Die so ermittelten Schwellwerte stellen nun nicht nur einen Hintergrund/Vordergrund-Schwellwert, sondern eine Reihe von Schwellwerten dar, die innerhalb der Vordergrundinformation zwischen unterschiedlichen Objekten differenzieren lassen.

In vielen Anwendungen empfiehlt es sich wegen der begrenzten Anzahl von Bild- und Meßpunkten, vor einer weiteren Verarbeitung der Histogramme diese zu glätten. Fig. 8 zeigt ein ungeglättetes Histogramm, wie es sich häufig wegen der begrenzten Bildauflösung ergibt. Zur Glättung lassen sich hier alle bekannten Verfahren einsetzen. Eine Ausführungsform der Erfindung verwendet ein mit einer Gaußfunktion gewichtetes Nachbarnpunktglättungsverfahren. Dabei wird die Summe einer Anzahl von Nachbarpunkten (einschließlich des Ausgangspunktes), die jeweils mit einer Gauß-Funktion gewichtet wurden, gebildet und auf die Summe der Gewichte normiert. Dadurch läßt sich erreichen, daß das Histogramm im ganzen geglättet wird und daß kleinere Nebenmoden wegfallen. Es ist dabei zu verstehen, daß zur Gewichtung jedoch auch andere als die Gauß-Funktion, wie z. B. eine Rechteckfunktion oder dergleichen verwendet werden können.

Insgesamt lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Schwellwert-Such-Verfahren relativ einfach und mit hoher Geschwindigkeit hervorragende Ergebnisse, die den Anforderungen moderner Bildverarbeitung entsprechen, erzielen.

Der vorliegende Algorithmus wurde mit einer Serie von gescannten Eurocheques Bildern überprüft. Die elektronischen Bilder wurden von verschiedenen Scannern (16 und 256 Graustufen) und mit unterschiedlicher Auflösung (200...300 dpi) generiert. Aus diesen Bildern wurden dann die gewünschten Bereiche ausgewählt und mit obigem Verfahren in Schwarz-Weiß Bilder umgewandelt. Die Resultate waren unabhängig von Scanner und Auflösung ausreichend, um eine elektronische Weiterverarbeitung (elektronische Zeichenerkennung) durchzuführen.

Die Fig. 9 und 10 zeigen Ergebnisse einer Hintergrundbereinigung des Bildes aus Fig. 1, hergestellt mit bekannten Verfahren, so Fig. 9 mit dem "dynamischen Thresholding mit Liniennittelwert" und Fig. 10 mit "dynamischen Thresholding mit Flächenmittelwert". Im Vergleich hierzu zeigt Fig. 11 ein Ergebnis einer Hintergrundbereinigung des Bildes aus Fig. 1 mit einem erfindungsgemäßen Verfahren.

Es ist klar, daß in den oben beschriebenen, erfindungsgemäßen Verfahren die jeweiligen Daten auch direkt — im Sinne der elektronischen Datenverarbeitung — verarbeitet werden können, ohne daß Diagramme graphisch erzeugt werden müssen. Die vorgeschlagenen Verfahren sind entsprechend auch zur Anwendung in einem automatisierten Computerprogramm geeignet.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere gut geeignet, um graue Bildbereiche mit stark strukturisiertem Hintergrund in Schwarz/Weiß-Bilder umzuwandeln. Eine vollständige Behandlung eines ganzen Dokumentes (z. B. eines vollen Eurocheques) ist jedoch nicht immer empfehlenswert, wenn dort eine Reihe verschiedener Hintergründe zu finden sind, die z. B. keine starke Strukturierung aufweisen. Hier empfiehlt sich eine Teilbearbeitung des Dokumentes in Bereichen mit jeweils gleichartigen Hintergründen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Trennung einer Vordergrundinformation von einer Hintergrundinformation in einer Vorlage, wobei sich die Vordergrundinformation additiv oder subtraktiv mit der Hintergrundinformation überlagert, gekennzeichnet durch:

einen ersten Schritt der Segmentierung (Fig. 4b) der Vorlage in eine Vielzahl von Segmenten (80); einen zweiten Schritt der Ermittlung mindestens einer Häufigkeitsverteilung (Fig. 4a) von mindestens einem Extremwert der Signalintensitäten in jedem der Vielzahl von Segmenten, wobei die ermittelte Häufigkeitsverteilung eine wesentliche Mode (Hintergrundmode 100) aufweist, die im wesentlichen die

- Hintergrundinformationen enthält;  
einen dritten Schritt der Ermittlung einer Häufigkeitsverteilung (Fig. 3) von Signalintensitäten der gesamten Vorlage; und  
einen vierten Schritt des gemeinsamen Auswertens (Fig. 5) der in Schritt zwei und drei ermittelten Häufigkeitsverteilungen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem ersten Schritt die Segmente (80) so gewählt werden, daß zumindest ein Extremwert der Signalintensitäten der Hintergrundinformation mindestens einmal in der Mehrzahl der Segmente (80) enthalten ist.
  3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in dem ersten Schritt die Segmente (80) so gewählt werden, daß in der Vielzahl von Segmenten (80) eine Anzahl von Segmenten enthalten ist, die ausschließlich Hintergrundinformation enthalten.
  4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Schritt die Segmente (80) so gewählt werden, daß die Segmente (80) jeweils gleichartig gestaltet sind.
  5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem vierten Schritt das gemeinsame Auswerten durch eine Überlagerung, vorzugsweise eine additive oder subtraktive Überlagerung, der in Schritt zwei und drei ermittelten Häufigkeitsverteilungen durchgeführt wird.
  6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Schritt des Glättens zumindest einer der ermittelten Häufigkeitsverteilungen und/oder der im vierten Schritt erhaltenen Überlagerung.
  7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Schritt des Glättens die Summe einer Anzahl von Nachbarpunkten, einschließlich des Ausgangspunkts, die jeweils mit einer Glättungsfunktion gewichtet werden, gebildet wird, und die so gebildete Summe mit der Summe der Gewichte normiert wird.
  8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Glättungsfunktion eine Gaußfunktion oder eine Rechteckfunktion angewandt wird.
  9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorlage ein Bild und die Hintergrundinformation ein Muster ist (Fig. 1).
  10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vordergrundinformation eine Schrift ist.
  11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen fünften Schritt des Ableitens eines Schwellwertes einer Signalintensität der Hintergrundinformation in der Vorlage, entweder: aus der, der Vordergrundinformation zugelegten Flanke der Hintergrundmode (100), oder aus einer der Hintergrundmode (100) gegenüberliegenden Flanke einer weiteren wesentlichen Mode (110).
  12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der fünfte Schritt des Ableitens des Schwellwertes einen Schritt der linearen Approximation (Fig. 6) eines Punktes auf zumindest einer der Flanken der zwei wesentlichen Moden (100, 110) aufweist.
  13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt der linearen Approximation an einem Punkt ( $P_{max}$ ) mit der jeweils maximalen Flankensteilheit durchgeführt wird.
  14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11—13, dadurch gekennzeichnet, daß der fünfte Schritt des Ableitens des Schwellwertes einen Schritt des Gewichtens (Fig. 7) des durch lineare Approximation gewonnenen Schwellwertes mit den von den wesentlichen Moden eingeschlossenen Flächen aufweist.
  15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11—14, dadurch gekennzeichnet, daß der fünfte Schritt des Ableitens des Schwellwertes einen Beleuchtungsschritt aufweist, der zum Erzielen Eingangswerte, die aus zumindest einem der ermittelten Häufigkeitsverteilungen abgeleitet werden, und durch Qualitätsaussagen ermittelte Ausgangsvorgaben benutzt.
  16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11—15, gekennzeichnet durch einen sechsten Schritt des Aufteilens der Informationen der Vorlage mit Hilfe des Schwellwertes zur Bereinigung der Hintergrundinformation in der Vorlage.
  17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß in dem sechsten Schritt die Informationen in Informationen mit Signalintensitäten oberhalb und unterhalb des Schwellwertes aufgeteilt werden.
  18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, gekennzeichnet durch einen siebten Schritt des Eliminierens des Bereiches der im sechsten Schritt getrennten Informationen, der im wesentlichen die Hintergrundinformationen aufweist.
  19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Schwarz/Weiß-Wandlung von elektronischen Graubildern in dem siebten Schritt alle Informationen mit einem Grauwert heller als der dem Schwellwert entsprechenden Grauwert auf den Grauwert "weiß" gesetzt werden.
  20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß alle verbleibenden Informationen mit einem Grauwert dunkler als der dem Schwellwert entsprechenden Grauwert auf den Grauwert "schwarz" gesetzt werden (Fig. 11).
  21. Verwendung eines Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche zur Hintergrundreduzierung einer Bildvorlage mit einem stark strukturierten Hintergrund (Fig. 1 und 11).
  22. Vorrichtung zur Trennung einer Vordergrundinformation von einer Hintergrundinformation in einer Vorlage, wobei sich die Vordergrundinformation additiv oder subtraktiv mit der Hintergrundinformation überlagert, mit einem Mittel zur Segmentierung (Fig. 4b) der Vorlage in eine Vielzahl von Segmenten (80); einem Mittel zur Ermittlung mindestens einer Häufigkeitsverteilung (Fig. 4a) von mindestens einem Extremwert der Signalintensitäten in jedem der Vielzahl von Segmenten, wobei die ermittelte Häufigkeitsverteilung eine wesentliche Mode (Hintergrundmode 100) aufweist, die im wesentlichen die Hintergrundinformationen enthält;

gekennzeichnet durch:

ein Mittel zur Ermittlung einer Häufigkeitsverteilung (Fig. 3) von Signalintensitäten der gesamten Vorlage;

und

ein Mittel zum gemeinsamen Auswerten (Fig. 5) der in Schritt zwei und drei ermittelten Häufigkeitsverteilungen, wobei das gemeinsame Auswerten vorzugsweise durch eine additive oder subtraktive Überlagerung der ermittelten Häufigkeitsverteilungen durchgeführt wird.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, gekennzeichnet durch ein Mittel zum Ableiten eines Schwellwertes einer Signalintensität der Hintergrundinformation in der Vorlage, entweder:

aus der der Vordergrundinformation zugewiesenen Flanke der Hintergrundmode (100), oder  
aus einer der Hintergrundmode (100) gegenüberliegenden Flanke einer weiteren wesentlichen Mode (110).

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen



FIG. 1

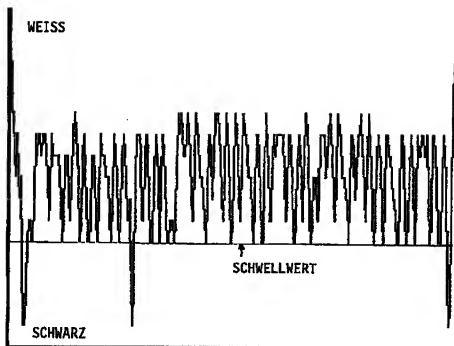


FIG. 2

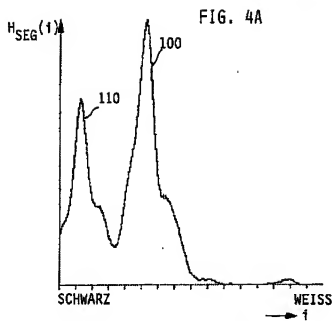
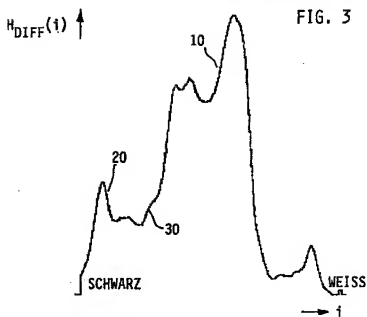
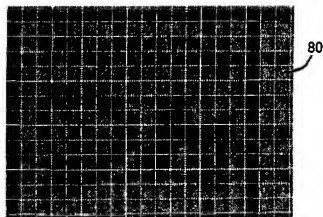
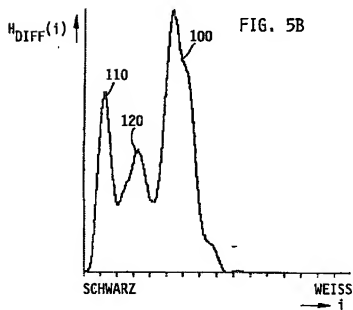
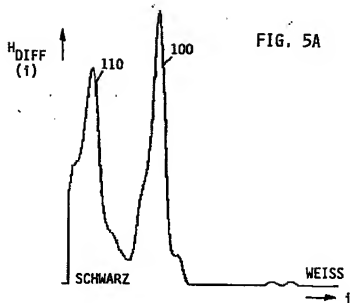


FIG. 4B





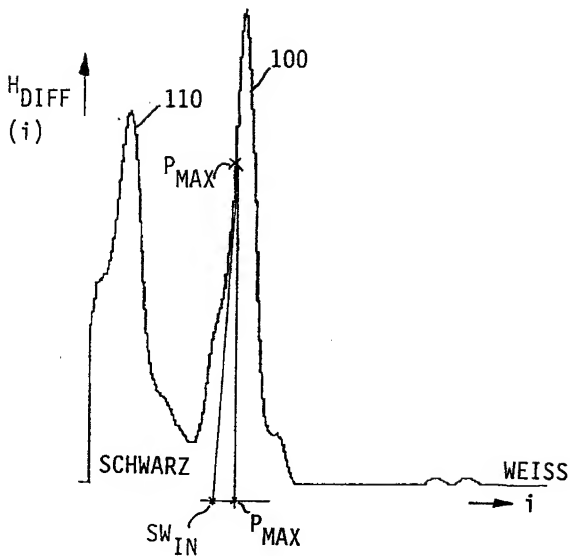
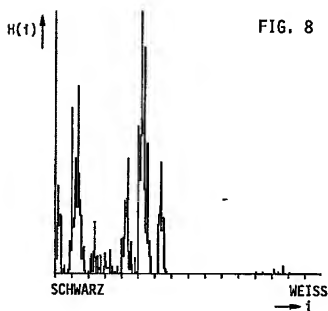
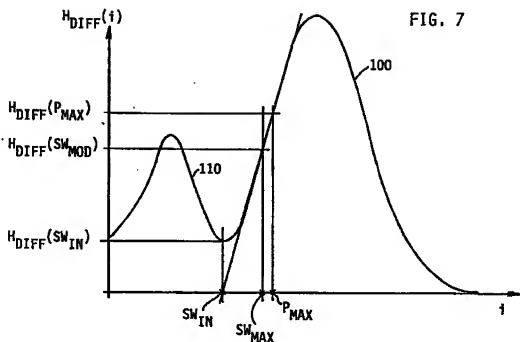


FIG. 6





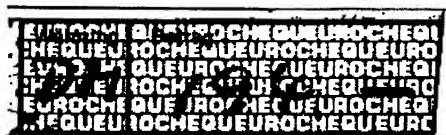


FIG. 9

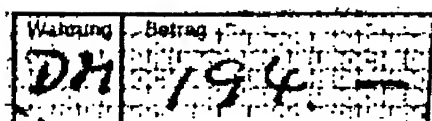


FIG. 10

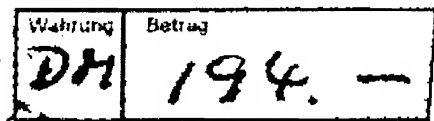


FIG. 11